

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-196834

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26

H04B 7/26

(21)Application number : 2000-004554

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.01.2000

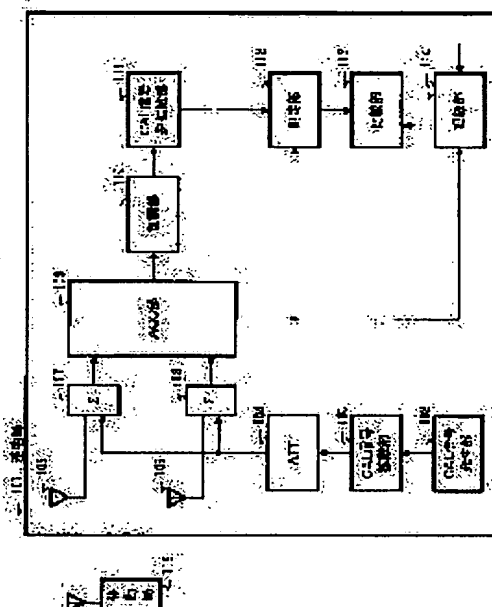
(72)Inventor : AOYAMA TAKAHISA
HIRAMATSU KATSUHIKO

(54) ARRAY ANTENNA RADIO COMMUNICATION APPARATUS AND CALIBRATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely perform calibration while suppressing interference to communications.

SOLUTION: A recording part 114 records a reliable phase rotation corresponding quantity obtained in advance by a sufficient number of samples before starting communications, a measuring part 112 measures the phase rotation of an already known signal, and a comparing part 113 compares the measured phase rotation with the correcting quantity to update the correcting quantity anytime during communications in accordance with the result of the comparison.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

THIS PAGE BLANK (USPTO)

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-196834

(P2001-196834A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 Q 3/26		H 0 1 Q 3/26	Z 5 J 0 2 1
H 0 4 B 7/26		H 0 4 B 7/26	B 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-4554 (P2000-4554)

(22) 出願日 平成12年1月13日 (2000.1.13)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 青山 高久

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 平松 勝彦

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷺田 公一

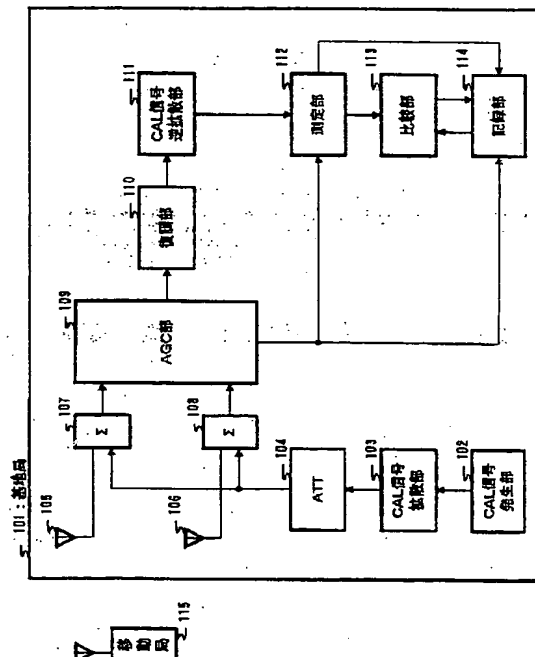
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法

(57) 【要約】

【課題】 通信に与える干渉を抑えつつ精度よくキャリブレーションを行うこと。

【解決手段】 記録部114が、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ得られた信頼性の高い位相回転補正量を記録し、測定部112が、既知信号の位相回転量を測定し、比較部113が、測定された位相回転量と補正量とを比較し、比較結果に従って通信中に補正量を随時更新する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のアンテナ素子で構成されたアレーアンテナと、各アンテナ素子で受信した受信信号に対してそれぞれ所定の無線受信処理を行う無線受信手段と、通信開始前に既知信号を用いて前記無線受信手段に起因する位相回転に対する補正量を算出する補正量算出手段と、通信中において受信信号に含まれる既知信号を用いて求められた前記無線受信手段に起因する位相回転量と前記補正量との誤差を求める誤差算出手段と、前記誤差から新しい補正量を求め、この新しい補正量で前記補正量を更新する更新手段と、を具備することを特徴とするアレーアンテナ無線通信装置。

【請求項 2】 既知信号の生成頻度を制御する制御手段を具備し、前記制御手段は、通信中の生成頻度を通信開始前の生成頻度に比べて低くすることを特徴とする請求項 1 記載のアレーアンテナ無線通信装置。

【請求項 3】 更新手段は、誤差の二乗を最小にするように新しい補正量を求めることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のアレーアンテナ無線通信装置。

【請求項 4】 通信開始前に既知信号を用いて位相回転に対する補正量を算出し、通信中において受信信号に含まれる既知信号を用いて求められた位相回転量と前記補正量との誤差から新しい補正量を求め、この新しい補正量で前記補正量を更新し、更新された補正量を使用してキャリブレーションを行うキャリブレーション方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、アレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 アレーアンテナ無線通信装置とは、複数のアンテナを備え、各アンテナにて受信する信号に各々振幅と位相の調整を与えることにより、指向性を自由に設定できる無線通信装置である。受信信号に対する振幅と位相の調整は、受信信号に複素係数（以下、この複素係数を「ウェイト」という。）を乗算することにより行われる。

【0003】 アレーアンテナ無線通信装置は、乗算するウェイトを調整することにより、所望の方向から到来する信号のみを強く受信することができる。これを、「受信指向性を持つ」という。アレーアンテナ無線通信装置は、受信指向性を持つことにより、各方向から到来する信号の受信 S I R (Signal to Interference Ratio) を高く保つことができる。

【0004】 しかし、アレーアンテナ無線通信装置において、複数のアンテナを介して受信された各受信信号の周波数をベースバンド等にダウンコンバートする各無線受信回路の持つ特性は、増幅器などのアナログ素子の特性のばらつきにより、それぞれ異なる。これにより各受信信号に、それぞれ異なる未知の振幅変動や位相回転が

加わり、ウェイトを乗算することにより得ることができると期待される指向性とは異なった指向性が形成されてしまう場合がある。

【0005】 上記現象を防止するためには、各無線受信回路の持つ特性が同一になるように調整する必要がある。しかし、増幅器などのアナログ素子の特性を正確かつ時不変に調整することは、極めて困難である。そこで、各無線受信回路の持つ特性を調整することは行わずに、各無線受信回路の持つ特性を各々測定して記憶しておき、その特性の誤差分だけ受信信号の振幅および位相が変化することを考慮して、乗算するウェイトを決定する、という方法をとる。このような調整方法を、「キャリブレーション」という。

【0006】 キャリブレーションには、1) 通信開始前に、既知信号であるキャリブレーション信号によって各無線受信回路の持つ特性誤差をあらかじめ測定し、通信中に補正すべき特性誤差としてあらかじめ補正テーブルに保存しておき、通信中はこの固定的な補正テーブルを使用して、無線受信回路の特性誤差を相殺するように受信処理を行うものと、2) 無線受信回路の特性の時間的な変化に対応するために、通信中に、キャリブレーション信号によって各無線受信回路の持つ特性誤差を随時測定し、補正すべき特性誤差として随時補正テーブルに保存していき、この適応的な補正テーブルを使用して、無線受信回路の特性誤差を相殺するように受信処理を行うものと、がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のアレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法には以下のような問題がある。

【0008】 すなわち、1) 通信開始前にキャリブレーションを行う方法では、通信中は固定的な補正テーブルを使用して受信処理を行うため、時間、無線受信回路の発熱等により変化する位相回転量に対応することができない。従って、時間の経過に伴って、キャリブレーション結果の信頼性が低くなりアレーアンテナ無線通信装置の性能が劣化してしまう、という問題がある。

【0009】 これに対し、2) 通信中にキャリブレーションを行う方法では、測定結果のサンプル数が十分に多くなければ信頼性の高いキャリブレーション結果を得ることができないため、通信中にキャリブレーション信号を十分な回数送信する必要がある。しかし、キャリブレーション信号は通信信号に対して干渉となるため、キャリブレーション信号の送信回数を多くするほど、通信信号の受信品質が劣化してしまう、という問題がある。また、キャリブレーション信号と通信信号とを合わせた伝送量には制限があるため、キャリブレーション信号の送信回数を多くするほど、通信信号の伝送量が減ってしまい、ユーザデータの伝送効率が下がってしまう、という問題がある。さらに、測定結果のサンプル数が少ない

と、各受信電力値に対応する十分な数のサンプル数を得ることができないため、通信信号の受信電力値が時間とともに変化する場合には、キャリブレーション結果の信頼性が低くなる箇所があり、アレーアンテナ無線通信装置の性能が劣化してしまう、という問題がある。

〔0010〕本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、通信に与える干渉を抑えつつ精度よくキャリブレーションを行うことができるアレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法を提供することを目的とする。

〔0011〕

【課題を解決するための手段】本発明のアレーアンテナ無線通信装置は、複数のアンテナ素子で構成されたアレーアンテナと、各アンテナ素子で受信した受信信号に対してそれぞれ所定の無線受信処理を行う無線受信手段と、通信開始前に既知信号を用いて前記無線受信手段に起因する位相回転に対する補正量を算出する補正量算出手段と、通信中において受信信号に含まれる既知信号を用いて求められた前記無線受信手段に起因する位相回転量と前記補正量との誤差を求める誤差算出手段と、前記誤差から新しい補正量を求め、この新しい補正量で前記補正量を更新する更新手段と、を具備する構成を採る。

〔0012〕本発明のアレーアンテナ無線通信装置は、既知信号の生成頻度を制御する制御手段を具備し、前記制御手段は、通信中の生成頻度を通信開始前の生成頻度に比べて低くする構成を採る。

〔0013〕本発明のアレーアンテナ無線通信装置は、更新手段は、誤差の二乗を最小にするように新しい補正量を求める構成を採る。

〔0014〕これらの構成によれば、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ得られた信頼性の高い補正内容を、その信頼性を維持するために、通信中において少ないサンプル数により随時補正するため、通信に与える干渉を抑えつつ精度よくキャリブレーションを行うことができる。

〔0015〕本発明のキャリブレーション方法は、通信開始前に既知信号を用いて位相回転に対する補正量を算出し、通信中において受信信号に含まれる既知信号を用いて求められた位相回転量と前記補正量との誤差から新しい補正量を求め、この新しい補正量で前記補正量を更新し、更新された補正量を使用してキャリブレーションを行うようにした。

〔0016〕この方法によれば、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ得られた信頼性の高い補正内容を、その信頼性を維持するために、通信中において少ないサンプル数により随時補正するため、通信に与える干渉を抑えつつ精度よくキャリブレーションを行うことができる。

〔0017〕

【発明の実施の形態】本発明者は、通信開始前に行うキ

ャリブレーションと、通信開始後に行うキャリブレーションとを、それぞれ役割を相違させて併用することで、通信に対する干渉を抑えつつ、時間の経過に伴うキャリブレーションの信頼性の低下を抑えることができることを見出し、本発明をするに至った。すなわち、本発明の骨子は、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ信頼性の高い補正量を獲得しておくために通信開始前に行うキャリブレーションを利用し、通信中において少ないサンプル数により補正量を調整して補正量の信頼性を維持するために通信開始後に行うキャリブレーションを利用することである。

〔0018〕以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

（実施の形態）以下、本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法について説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置を用いた通信システムの構成を示すブロック図である。同図においては、本実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置を搭載した基地局101が、移動局115と通信を行う場合の様子が示されている。

〔0019〕移動局115は、基地局101に対して無線信号を送信する。

〔0020〕基地局101において、キャリブレーション信号（以下、「CAL信号」と省略する。）発生部102は、CAL信号を生成する。CAL信号拡散部103は、CAL信号に拡散処理を施す。アッテネータ104は、CAL信号の電力を制御する。

〔0021〕加算器107および108は、それぞれアンテナ105および106を介して受信される移動局115からの信号と、CAL信号とを多重する。AGC（Auto Gain Control）部109は、信号の電力を一定にして出力する。復調部110は、信号に対し所定の復調処理を施す。CAL信号逆拡散部111は、信号に対して逆拡散処理を施しCAL信号を取り出す。測定部112は、CAL信号の位相回転量を測定する。比較部113は、測定部112で測定された位相回転量と記録部114に保存された補正テーブルの内容とを比較し、補正テーブルを更新する。記録部114には、初期状態として、基地局101が通信開始前に行った測定結果に従って作成された補正テーブルが保存され、その補正テーブルは、比較部113の比較結果に従って、基地局101の通信中に随時更新される。

〔0022〕なお、通常基地局においては、複数の移動局からの受信信号を復調するために、復調部110～記録部114の構成が複数系統（移動局数分）用意されるが、本実施の形態においては説明の便宜上、1系統のみについて説明する。

〔0023〕次いで、上記構成を有するアレーアンテナ無線通信装置の動作について図2～図4を用いて説明す

10

20

30

40

50

る。図2は、本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置の動作を説明するためのフロー図であり、図3は、本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置が補正テーブルを更新する様子を示す図であり、図4は、本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置が受信する信号とCAL信号とが多重されている様子を示す模式図である。なお、補正テーブルは、図3に示すように、電力値と位相回転の補正量との対応関係を示したグラフである。

【0024】図2において、まず、ステップ（以下、「ST」と省略する。）201で、基地局101は、通信開始前に、CAL信号の電力値を変化させながら、各電力値に対応する位相回転量を測定し、補正テーブル上に保存する。

【0025】具体的には、CAL信号発生部102が発生したCAL信号について、CAL信号拡散部103が拡散処理を施し、アッテネータ104が順次電力を変化させる。その後、AGC部109が、CAL信号の電力値を所定の一定値にして復調部110へ出力する。このとき、AGC部109は、電力値の変化量を示す値を測定部112および記録部114へ出力する。

【0026】復調部110で復調処理を施されたCAL信号は、CAL信号逆拡散部111で逆拡散され、測定部112へ出力される。測定部112は、AGC部109から出力された電力値の変化量を示す値に従ってCAL信号をもとの電力値に戻した後、CAL信号の位相回転量を測定する。CAL信号は既知信号であるため、測定部112は、逆拡散後のCAL信号と既知信号とを比較することにより、位相回転量を測定する。測定された位相回転量は、記録部114へ出力される。

【0027】記録部114は、AGC部109から出力された電力値の変化量を示す値に従って、図3(a)に示すように、各電力値についての位相回転量（補正位相角度）を、順次プロットしていく。

【0028】以上のような動作が繰り返し行われることにより、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ図3(a)に示すような信頼性の高い補正テーブル301が記録部114に保存される。

【0029】次いで、ST202において、通信が開始されると、その後は、基地局101はST203～ST207の処理を通信中に行い、補正テーブルを随時更新する。通信開始後は、基地局101は以下のように動作する。なお、以下の説明では、通信開始前と同様の動作となる部分については詳しい説明を省略する。

【0030】基地局101においては、アッテネータ104から出力されるCAL信号と移動局115からの受信信号とが、加算器107および108により、図4に示すように多重される。多重された信号は、AGC部109において、所定の一定の電力値にされ、復調部110で復調される。復調された信号は、CAL信号逆拡散

部111で逆拡散され、CAL信号が取り出される。

【0031】次いで、ST203～ST207に示す処理が繰り返し行われる。まず、ST203では、測定部112が、CAL信号の位相回転量を測定する。具体的には、測定部112は、AGC部109から出力された電力値の変化量を示す値に従ってCAL信号をもとの電力値（図4に示す受信信号パワー）に戻した後、CAL信号の位相回転量を測定し、測定結果を比較部113へ出力する。

10—【0032】次いで、ST204において、比較部113が、所定の時間間隔毎に、測定された位相回転量と記録部114に保存されている補正テーブルの値とを比較する。具体的には、比較部113は、図3(b)に示すように各電力値について、通信中の測定結果302と補正テーブル301の内容とを比較する。

【0033】次いで、ST205において、通信中の測定結果302と補正テーブル301とが相違する場合には、ST206において、比較部113が、通信中の測定結果302と補正テーブル301との間の誤差を測定する。そして、ST207において、比較部113は、測定した誤差の二乗が最小になるようにして、図3

(c)に示すように、記録部114に保存された補正テーブル301を補正テーブル303に更新する。そして、基地局101は、この随時更新される補正テーブルを使用して、受信信号に対して位相回転の補正を行う。

【0034】ここで、図3を見ても分かるとおり、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ得られた信頼性の高い補正テーブル301は、通信中の測定結果302によって、補正テーブル303に随時更新される。従って、補正テーブルの信頼性は高いまま維持されるため、時間の経過に伴ってキャリブレーション結果の信頼性が低くなることによってアレーアンテナ無線通信装置の性能が劣化してしまうことを防止することができる。

【0035】また、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ信頼性の高い補正テーブル301が得られているため、通信中の測定結果302は、その信頼性が維持される程度の少ないサンプル数で足りるため、従来の通信中にのみキャリブレーションを行う方法に比べ、通信中は非常に少ないサンプル数で足りる。従って、通信信号に対して干渉となるCAL信号の発生回数を非常に少なくすることができるため、通信信号の受信品質が劣化してしまうことを防止することができる。

【0036】このように、信頼性の高い補正量を獲得しておくために通信開始前に行うキャリブレーションを利用し、補正量の信頼性を維持するために通信開始後に行うキャリブレーションを利用するというように、通信開始前に行うキャリブレーションと、通信開始後に行うキャリブレーションとを、それぞれ役割を相違させて併用することで、通信に対する干渉を抑えつつ、時間の経過

に伴うキャリブレーションの信頼性の低下を抑えることができる。

【0037】一方、ST205において、一致する場合には、ST203に戻り、ST203～ST205の処理が繰り返される。

【0038】なお、上記実施の形態において、CAL信号を、図5に示すように、移動局115からの信号に時分割にて多重することも可能である。この場合、基地局101の構成は、図6に示すようになる。なお、図6において、図1と同一の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。図6において、CAL信号時分割多重部601は、移動局115からの信号の空き時間にCAL信号を多重する。CAL信号検出部602は、復調された信号からCAL信号を取り出し、測定部112へ出力する。

【0039】なお、本実施の形態では、最小二乗誤差を用いて補正テーブルを更新する方法を示した。しかし、補正テーブルの更新方法はこれに限られるものではなく、その他の適応アルゴリズムを用いて補正テーブルを更新してもよい。

【0040】このように、本実施形態のアレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法によれば、通信開始前に十分なサンプル数によってあらかじめ得られた信頼性の高い補正内容を、その信頼性を維持するために、通信中において少ないサンプル数により随時補正する。このため、従来であれば、精度よくキャリブレーションを行おうとすると通信に与える干渉が大きくなり、また、通信に与える干渉を小さくしようとするとキャリブレーションの精度が落ちていたのに対して、本実施形態のアレーアンテナ無線通信装置およびキャリブレーション方法によれば、通信に与える干渉を抑えながらも精度よくキャリブレーションを行うことができるので、通信に与える干渉の抑制とキャリブレーションの精度の高さの実現とを両立することができる。

* 【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、通信に与える干渉を抑えつつ精度よくキャリブレーションを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置を用いた通信システムの構成を示すブロック図

【図2】本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置の動作を説明するためのフロー図

【図3】本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置が補正テーブルを更新する様子を示す図

【図4】本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置が受信する信号とCAL信号とが多重されている様子を示す模式図

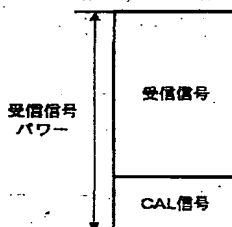
【図5】本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置が受信する信号とCAL信号とが多重されている様子を示す模式図

【図6】本発明の一実施の形態に係るアレーアンテナ無線通信装置を用いた通信システムの構成を示すブロック図

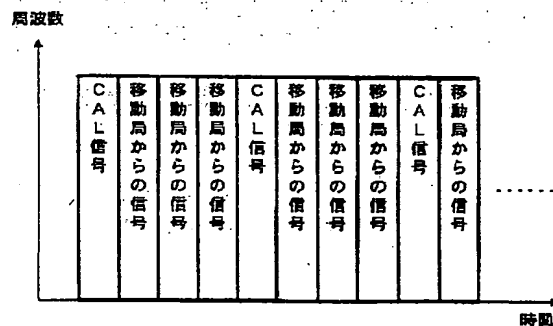
【符号の説明】

- 102 CAL信号発生部
- 103 CAL信号拡散部
- 104 ATT
- 105、106 アンテナ
- 107、108 加算器
- 109 AGC部
- 110 復調部
- 111 CAL信号逆拡散部
- 112 測定部
- 113 比較部
- 114 記録部

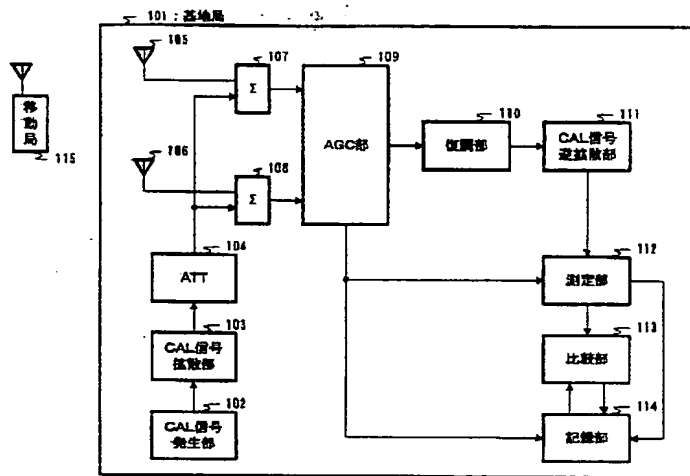
【図4】



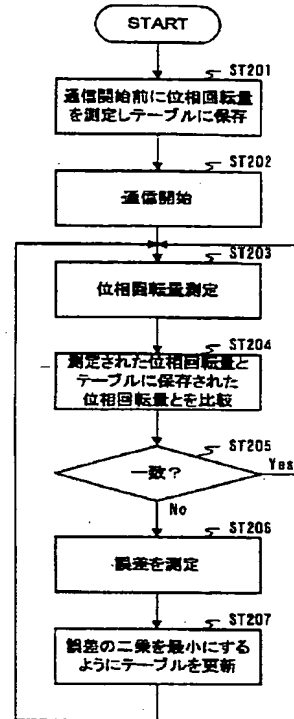
【図5】



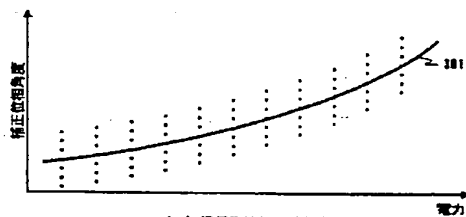
【図1】



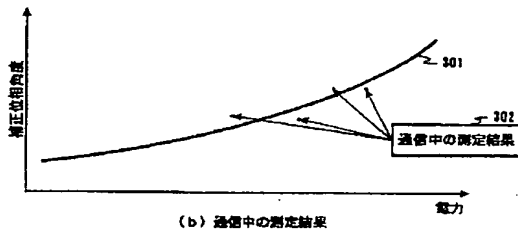
【図2】



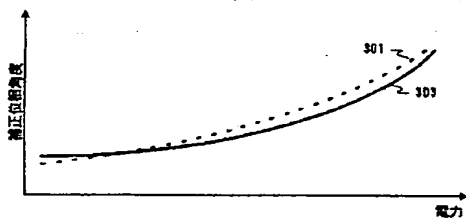
【図3】



(a) 通信開始前の測定結果

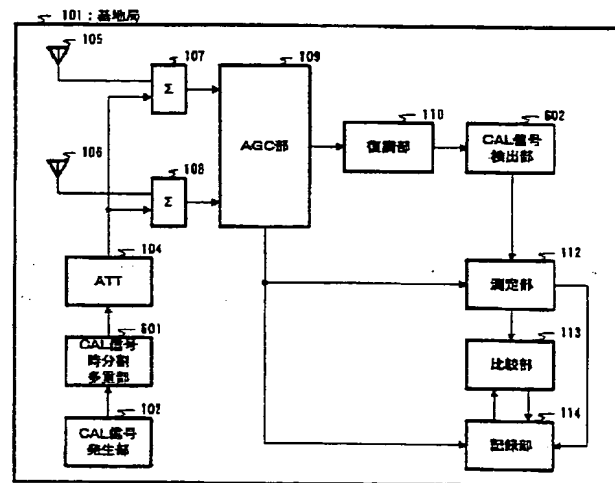


(b) 通信中の測定結果



(c) 更新後の修正テーブル

【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J021 AA02 AA05 AA06 CA06 DB03
EA04 FA14 FA21 FA30 FA32
HA05 HA10 JA10
5K067 AA01 BB02 EE02 EE10 HH01
KK02 KK03

THIS PAGE BLANK (USPTO)